

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004477

International filing date: 14 March 2005 (14.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-075750  
Filing date: 17 March 2004 (17.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 1 7 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 7 5 7 5 0

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 0 7 5 7 5 0  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2 0 0 5 年 4 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	H0-0345
【提出日】	平成16年 3月17日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H01L 41/26 H01L 41/09
【発明者】	
【住所又は居所】	埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】	服部 達哉
【発明者】	
【住所又は居所】	埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】	銭 朴
【特許出願人】	
【識別番号】	000005326
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100080012
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高石 橋馬
【電話番号】	03(5228)6355
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	009324
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9713034

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

導電性を有する圧粉体と、イオン供給体と、作用電極と、対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に電圧を印加することにより収縮又は伸張するアクチュエータにおいて、前記圧粉体が導電性高分子からなる導電性粉末と、前記導電性粉末以外の導電材とを含有することを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電性高分子が共役構造を有することを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電性高分子がポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電材の形状が粉末、繊維、網及び多孔質板からなる群より選ばれた少なくとも一種であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電材が白金、金、パラジウム、ニッケル及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記イオン供給体が溶液、ゾル、ゲル又はこれらの組合せであることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記イオン供給体が両親媒性化合物を含有することを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記イオン供給体がバインダー機能を有することを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記作用電極が前記圧粉体に接触しており、前記対極は前記イオン供給体中であって前記圧粉体から離隔した位置に設けられていることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、複数の圧粉体と複数の作用電極とを有し、各圧粉体と各作用電極とが交互に積層されていることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電材／前記圧粉体の質量比が 1 ～ 99 質量％であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電性粉末の電気抵抗が  $10^{-4} \Omega \sim 1 \text{ M}\Omega$  であることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 13】

請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記導電性粉末の平均粒径が  $10 \text{ nm} \sim 1 \text{ mm}$  であることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 14】

請求項 1 ～ 13 のいずれかに記載の高分子アクチュエータにおいて、前記圧粉体の電気伝導率が  $10^{-3} \sim 10^5 \text{ S/cm}$  であることを特徴とする高分子アクチュエータ。



【書類名】 明細書

【発明の名称】 高分子アクチュエータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、大きな変位量及び発生力を有し、収縮時及び伸張時の変位を利用可能な高分子アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボット、工作機械、自動車等の電磁モータを利用する分野では、駆動システムの軽量化が求められている。しかし電磁モータの出力密度はモータの重量に依存するため、電磁モータを利用したアクチュエータの軽量化には限界がある。そのため、小型軽量化が可能であるとともに、大きな出力が得られるアクチュエータが望まれている。

【0003】

小型軽量化が可能なアクチュエータとして、近年、高分子材料からなるアクチュエータが注目されている。高分子材料からなるアクチュエータとして、導電性高分子ゲルを用いたゲルアクチュエータ、導電性高分子膜を用いた高分子膜アクチュエータ等が知られている。

【0004】

導電性高分子膜アクチュエータとしては、導電性高分子膜とその表面に接合した金属電極とからなるものが挙げられる。金属電極は化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着等の方法によって導電性高分子膜の表面に形成されている。導電性高分子膜と板状の金属電極との接合体を含水状態にして電位差をかけると、導電性高分子膜に湾曲及び変形が生じる。この導電性高分子膜の湾曲及び変形により、導電性高分子膜に接合された板状金属電極も湾曲及び変形するので、接合体全体の動きを駆動力として利用することができる。

【0005】

しかしながら、板状金属電極は伸縮性を有していないので、導電性高分子膜の膨張及び／又は収縮を妨げてしまい、接合体は十分に變形することができない。接合体の變形を十分に利用できなければ、大きな変位量を有するアクチュエータは得られない。さらに、繰り返し使用しているうちに板状金属電極が導電性高分子膜から剥がれて、アクチュエータの応答速度が低下するという問題もある。

【0006】

特開2003-152234号（特許文献1）は、複数の電極の間に電解質が配置され、上記電極間に電圧を印加することで形状が変化するアクチュエータにおいて、上記電極が導電性高分子と、上記導電性高分子と電気的に接触する導電材とを備え、上記導電材が粉末状、網状又は多孔質であるアクチュエータを記載している。このアクチュエータは導電材の層と、導電材の層を挟持する一対の導電性高分子膜を有し、導電材層及び導電性高分子膜が通電により湾曲する。導電性高分子の層は、電界重合によって導電材に接触するように形成することができる。

【0007】

粉末状、網状又は多孔質の導電材は導電性高分子の動きに追従しやすく、導電性高分子の膨張及び／又は収縮をあまり妨げないので、アクチュエータの最大変位到達時間が短くなることが特許文献1に記載されている。しかしこのアクチュエータの変位形状は湾曲状態であるので、変位量や変位位置の制御は難しいという問題がある。また高分子膜は収縮する際には大きな発生力を示すものの、伸びる際に発生する力は小さい。このため伸張時の変位を利用できず、効率的なアクチュエータであるとは言い難い。また電解重合により導電性高分子膜を作製するには非常に時間がかかり、コスト高であるという問題もある。

【0008】

【特許文献1】 特開2003-152234号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

### 【0009】

従って、本発明の目的は、大きな変位量及び発生力と、優れた応答性とを兼ね備えるとともに、変位の制御が容易であり、かつ導電性高分子からなる駆動体の収縮時のみならず伸張時の変位も利用可能であって、低コストで量産できる高分子アクチュエータを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

### 【0010】

上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者らは、(a) 導電性高分子の粉末からなる圧粉体と、イオン供給体と、作用電極と、対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に電圧を印加することにより収縮又は伸張するアクチュエータは、変位量及び発生力が大きく、圧粉体の収縮及び伸張の両方をアクチュエータの変位として利用可能である上、直線的に伸縮するために変位量等の制御が容易であること、及び(b) 係る圧粉体の圧粉体に白金粉末等の導電材を配合すると、アクチュエータの応答性が向上することを発見し、本発明に想到した。

### 【0011】

すなわち本発明の高分子アクチュエータは、導電性を有する圧粉体と、イオン供給体と、作用電極と、対極とを具備し、前記作用電極と前記対極との間に電圧を印加することにより収縮又は伸張するアクチュエータにおいて、前記圧粉体が導電性高分子からなる導電性粉末と、前記導電性粉末以外の導電材とを含有することを特徴とする。

### 【0012】

前記導電性高分子は共役構造を有するのが好ましく、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であるのが好ましい。

### 【0013】

前記導電材は白金、金、パラジウム、ニッケル及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種であるのが好ましい。前記導電材の形状は粉末、繊維、網及び多孔質板からなる群より選ばれた少なくとも一種であるのが好ましい。

### 【0014】

前記イオン供給体は溶液、ゾル、ゲル又はこれらの組合せであるのが好ましい。前記イオン供給体は両親媒性化合物を含有するのが好ましい。また前記イオン供給体はバインダー機能を有するのが好ましい。

### 【0015】

本発明のアクチュエータの好ましい実施例は、前記作用電極は前記圧粉体に接触しており、前記対極は前記イオン供給体中であって前記圧粉体から離隔した位置に設けられていることを特徴とする。アクチュエータの好ましい別の実施例は、複数の圧粉体と複数の作用電極とを有し、各圧粉体と各作用電極とが交互に積層されていることを特徴とする。

### 【0016】

前記導電材／前記圧粉体の質量比は1～99質量％であるのが好ましい。前記圧粉体の電気伝導率は $10^{-3} \sim 10^5$  S/cmであるのが好ましい。前記導電性粉末の電気抵抗は $10^{-4} \Omega \sim 1$  M $\Omega$ であるのが好ましい。前記導電性粉末の平均粒径は10 nm～1 mmであるのが好ましい。

## 【発明の効果】

### 【0017】

本発明の高分子アクチュエータは、導電性を有する圧粉体と、イオン供給体と、作用電極と、対極とを具備し、作用電極及び対極の間に電圧を印加することにより、導電性粉末がイオン供給体を吸収及び放出し、圧粉体が収縮及び伸張するものである。このため、大きな変位量及び発生力を有するとともに、直線的な伸縮を利用するものである。(a) 変位量の制御が容易であり、(b) 駆動体である圧粉体が電極から剥がれ難く、繰り返し使用しても劣化し難い。また圧粉体は導電性高分子からなる導電性粉末と、導電性粉末以外の

導電材とを含有するので、優れた応答性を示す。圧粉体は収縮する時のみならず伸張時にも大きな発生力を示す。このため収縮時のみならず、伸張時の変位も利用可能である。さらに粉末状の導電性高分子は酸化重合により作製できるので、アクチュエータを低コストで量産可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図1は、本発明の高分子アクチュエータの一例を示す。図1に示す高分子アクチュエータは、導電性粉末からなる圧粉体1と、圧粉体1の固定端11に接合された作用電極2と、圧粉体1の駆動端12に接合された可動板3と、圧粉体1、作用電極2及び可動板3を収容するセル4と、セル4の底に横設された対極6とを有する。セル4内には圧粉体1が浸漬するようにイオン供給体5が入れられており、イオン供給体5中に参照電極7が浸漬されている。図中、作用電極2及び対極6は実際より厚く描かれている。

【0019】

圧粉体1は板状であるのが好ましく、厚さ0.1～20 mmであるのが好ましい。厚さ0.1 mm未満であると、割れ易く取扱いが難しすぎるので好ましくない。厚さ20 mm超であると、イオン供給体5から電解質等を吸収及び放出するのが遅過ぎて、圧粉体1の応答性が悪化し過ぎる。図1及び2に示す例では圧粉体1は円板状であるが、角板状等であっても差し支えない。

【0020】

図4は、圧粉体1の断面を概略的に示す。圧粉体1は導電性粉末1aと導電材1bを圧縮したものである。図4は圧粉体1の概略的な構成を示すものであり、導電性粉末1a／導電材1bの大きさの比率、配合比等は誇張されている場合がある。導電材1bは圧粉体1中で導電性粉末1aに接触した状態になっている。導電性粉末1aと十分に接触するように圧縮可能である限り、導電材1bの形状は粉末状に限定されない。図4(a)に示すように、導電性粉末1a中に粉末状導電材1b<sub>1</sub>が分散していても良いし、図4(b)に示すように導電性粉末1aの層の間に粉末状導電材1b<sub>1</sub>の層が挟まれていても良い。図4(c)に示す例では、導電性粉末1a中に分散した繊維状の導電材1b<sub>2</sub>を有する。繊維状導電材1b<sub>2</sub>と粉末状導電材1b<sub>1</sub>が、導電性粉末1a中に分散していても良い(図4(d))。図4(e)及び(f)に示すように、網状導電材1b<sub>3</sub>又は導電性の多孔質板1b<sub>4</sub>でも良い。網状導電材1b<sub>3</sub>又は多孔質板1b<sub>4</sub>の場合、網目又は細孔内に導電性粉末1aが入り込んでいるのが好ましい。網目又は細孔内に導電性粉末1aが入り込んでいると、網状導電材1b<sub>3</sub>又は多孔質板1b<sub>4</sub>と導電性粉末1aとの接触面積が大きいので、圧粉体1が大きな導電性を有する。

【0021】

導電材1b／圧粉体1の質量比は0.01～99質量%であるのが好ましく、0.1～30質量%であるのがより好ましい。質量比が0.01質量%未満であると、導電性の向上効果が十分に得られない。質量比99質量%超であると、圧粉体1の伸縮性が小さ過ぎる。

【0022】

導電性粉末1aの電気抵抗は、 $10^{-4}\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ であるのが好ましい。本明細書中、導電性粉末の電気抵抗は、電極間隔1.5 mmの4端子法によって測定した値とする。電気抵抗が1 M $\Omega$ 超であると、導電性が小さ過ぎてアクチュエータの効率が悪すぎる。電気抵抗が $10^{-4}\Omega$ 未満のものは作製困難である。

【0023】

導電性粉末1aは導電性高分子からなる。導電性高分子は共役構造を有するのが好ましい。具体的にはポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であるのが好ましく、ポリピロールからなるのがより好ましい。ポリピロールの粉末からなる圧粉体1は、通電により大きな伸縮を示す。

【0024】

導電性粉末1aはドーパントを含有するのが好ましい。ドーパントはp型でもn型でも良く、一般的なものを使用することができる。p型ドーパントとしてはCl<sub>2</sub>、Br<sub>2</sub>、I<sub>2</sub>、ICl、ICl<sub>3</sub>、



I<sub>3</sub>、I<sub>2</sub>Br、IF<sub>3</sub>等のハロゲンや、PF<sub>5</sub>、PF<sub>6</sub>、BF<sub>4</sub>、AsF<sub>5</sub>、SbF<sub>5</sub>等のルイス酸、硫酸、硝酸、過塩素酸、有機酸（p-トルエンスルホン酸等）等が挙げられる。n型ドーパントとしては、Li、Na、K、Rb、Cs等のアルカリ金属や、Be、Mg、Ca、Sc、Ba、Ag、Eu、Yb等のアルカリ土類金属が挙げられる。

#### 【0025】

導電性粉末1a中の導電性高分子の含有量は1～99.9質量%であるのが好ましく、30～99質量%であるのがより好ましい。導電性高分子が1質量%未満であると、導電性粉末1aが吸収及び放出する電解質や水の量が少な過ぎて、高分子アクチュエータの変位量が小さ過ぎる。99.9質量%超であると、ドーパントの含有量が少な過ぎるために導電性が小さ過ぎる。導電性高分子の平均粒径は10 nm～1 mmであるのが好ましい。平均粒径1 mm超であると、導電性高分子がイオン供給体5に接触している面積が小さすぎるため、高分子アクチュエータの応答性が低過ぎるので好ましくない。平均粒径10 nm未満のものは、作製及び取扱いが困難である。

#### 【0026】

導電性粉末1aは導電性高分子及びドーパントの外に、金属、金属塩及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種を含有するのが好ましい。金属、金属塩及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種を含有することにより、導電性粉末の導電性が向上する。好ましい金属としては鉄、銅、ニッケル、チタン、亜鉛、クロム、アルミニウム、コバルト、金、白金、銀、マンガン、タンゲステン、パラジウム、ルテニウム、ジルコニウムが挙げられる。好ましい金属塩としては三塩化鉄、二塩化鉄、塩化銅が挙げられる。

#### 【0027】

導電性高分子、ドーパント及び金属塩を含有する場合を例にとって、導電性粉末1aを作製する方法を説明する。導電性高分子は、酸化重合により効率的に合成することができる。ドーパント及び金属塩を含む液相及び／又は気相中にモノマーを溶解及び／又は分散させると、モノマーがドーパント及び金属塩を取り込みながら重合する。分散媒は水、有機物、及び水と有機物の混合物のいずれでも良い。モノマーがドーパント及び金属塩を取り込みながら重合することにより、導電性高分子中にドーパント及び金属塩を含有する導電性粉末を作製することができる。塩化銅、三塩化鉄等の金属塩は酸化重合触媒としても機能する。金属塩／モノマーのモル比が10／1～1／100程度となるように、液相及び／又は気相中に金属塩を溶解又は分散させておくのが好ましい。

#### 【0028】

導電材1bとしては、電圧印加によりイオン化しないものが好ましい。具体的には白金、金、パラジウム、ニッケル及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種が好ましい。導電性の観点から、カーボンはグラファイト、カーボンナノチューブ又はカーボンナノホーンであるのが好ましい。白金、金、パラジウム、ニッケル及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種を配合すると、十分な導電性を有する圧粉体1が得られる。これらのうち、最も好ましい導電材1bは白金である。

#### 【0029】

導電材1bが粉末状の場合、平均粒径10 nm～1 mmであるのが好ましい。繊維状の導電材1bの場合、平均繊維径1 nm～1 mmであるのが好ましく、平均長10 nm～2 mmであるのが好ましい。粉末状導電材1b及び／又は繊維状導電材1bのサイズがこの範囲であると、導電材1bが導電性粉末1aと混ざりやすく、圧粉体1の導電性を十分に向上させることができる。

#### 【0030】

圧粉体1は、導電性粉末と導電性粉末以外の導電材とを圧縮することにより形成することができる。例えば錠剤用製錠器に導電性粉末1a及び導電材1bを入れた後、製錠器内を減圧し、700～900 MPaで3～10分程度加圧することにより作製できる。例えば図4(a)に示す圧粉体1を作製するには、導電性粉末1aと導電材1bを混合したものを錠剤用製錠器内に詰めて圧縮する。導電性粉末1aを圧粉体1にすることにより、通電した時に起こる導電性粉末1aの膨張及び収縮をアクチュエータの変位として利用可能になる。

#### 【0031】

作用電極 2 は、圧粉体 1 及びセル 4 に接触するように設けられており、リード線 21 に接続されている。作用電極 2 は、圧粉体 1 の固定端 11 とセル 4 の内面とに接着されているのが好ましい。作用電極 2 が固定端 11 及びセル 4 に接着されていると、圧粉体 1 が伸張した後で収縮する際に、圧粉体 1 が元の位置に戻ることができる。作用電極 2 を固定端 11 に接合するには、接着剤で接着すれば良い。

#### 【0032】

作用電極 2 は白金、金、銀、銅、ニッケル、ステンレス又はカーボンからなるのが好ましい。作用電極 2 の厚さは  $0.1\mu\text{m}$  ～ 10 mm 程度である。圧粉体 1 上に作用電極 2 を形成する方法としては、化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着等が挙げられる。また作用電極 2 がイオン供給体 5 に接触しないように、作用電極 2 の表面を接着剤等からなるシール 20 を設けるのが好ましい。圧粉体 1 との接触面以外をシールすることにより、電流が圧粉体 1 を通過せずにイオン供給体 5 に直接流れるのを防止できる。

#### 【0033】

可動板 3 は、圧粉体 1 の駆動端 12 に接合されている。図 2 に示すように、圧粉体 1 がイオン供給体 5 中の電解質等を吸収したり放出したりするのを妨げないように、可動板 3 は圧粉体 1 の下半分程度を覆っていない。図 1 及び 2 に示す例では可動板 3 は円板状であるが、圧粉体 1 が電解質等を吸収及び放出するのを妨げない限り、可動板 3 の形状は特に限定されない。圧粉体 1 に接合された面の反対側には、可動バー 8 が可動板 3 に垂直に取り付けられている。可動バー 8 は、セル 4 の開口部 41 を貫通しており、開口部 41 に設けられたベ어링 42 により移動自在に支持されている。通電により圧粉体 1 が駆動されると、可動バー 8 も同様に駆動される。従って、可動バー 8 の一端を駆動部とすることができる。

#### 【0034】

セル 4 は箱型であり、圧粉体 1 を縦に収容している。セル 4 の内径は圧粉体 1 の外径より僅かに大きい。このため圧粉体 1 はセル 4 内で伸張及び収縮することができる。セル 4 内には液状のイオン供給体 5 が充填されている。イオン供給体 5 が開口部 41 から漏出しないように、開口部 41 はシールされている。セル 4 はガラス、ゴム、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、セラミック等からなるのが好ましい。なかでもテフロン（登録商標）又はポリイミドからなるのが特に好ましい。

#### 【0035】

イオン供給体 5 は、電解質及び／又は高分子を含有する。電解質としては塩化ナトリウム、 $\text{NaPF}_6$ 、p-トルエンスルホン酸ナトリウム、過塩素酸ナトリウム等が挙げられる。高分子としては、ポリエチレングリコール、ポリアクリル酸等が挙げられる。イオン供給体 5 は圧粉体 1 の伸張及び収縮を妨げない程度の流動性を有する必要がある。イオン供給体 5 は溶液、ゾル、ゲル、溶液とゾルの混合物、ゾルとゲルの混合物、又は溶液とゾルの混合物であるのが好ましい。イオン供給体 5 がゾル又はゲル若しくはこれらの混合物であると、液漏れのおそれがないので好ましい。イオン供給体 5 の溶媒及び／又は分散媒は、水であるのが好ましい。溶媒及び／又は分散媒が水であると、イオン供給体 5 は大きな導電性を示す。電解質水溶液の濃度は  $0.01 \sim 5\text{ mol/L}$  程度であるのが好ましい。

#### 【0036】

対極 6 と圧粉体 1 の間には、対極 6 全体を覆うようにスペーサ 60 が設けられている。対極 6 とイオン供給体 5 との接触を妨げないように、スペーサ 60 には複数の孔 60a が設けられている。対極 6 及び参照電極 7 には、リード線 61, 71 がそれぞれ接続されている。対極 6 及び参照電極 7 としては一般的なものを使用することができる。好ましい電極材料としては白金、金、銀、銅、ニッケル、ステンレス、カーボン等が挙げられる。図 1 ～ 3 に示す例では対極 6 は板状であり、参照電極 7 は棒状であるが、対極 6 及び参照電極 7 の形状は特に限定されない。例えば線状、棒状及び板状のいずれでも良い。

#### 【0037】

作用電極 2 と対極 6 との間に通電すると、圧粉体 1 は伸張又は収縮し、可動板 3 に取り

付けられた可動バー 8 も駆動される。図 3 (a) に示す位置（通電していない位置）で作用電極 2 が正極となるように通電すると、圧粉体 1 は伸張して可動バー 8 は図中右側に移動する（図 3 (b)）。作用電極 2 が負極となるように通電すると、圧粉体 1 は収縮し、可動バー 8 は図中左側に移動する（図 3 (c)）。このような圧粉体 1 の伸縮は、圧粉体 1 中の導電性高分子が、通電により酸化状態となってイオン供給体 5 中の電解質及び／又は導電性高分子並びに水を吸収したり、還元状態となってこれらを放出したりすることにより生じると考えられる。なお収縮の仕方は、導電性高分子やイオン供給体の種類、及びこれらの組み合わせによって、変わることがある。

#### 【0038】

図 5 及び 6 に示す高分子アクチュエータは、上部 31 がイオン供給体 5 から突出するように圧粉体 1 に取り付けられた可動板 3 を有する以外、図 1 ～ 3 に示す例とほぼ同じであるので相違点のみ以下に説明する。図 5 及び 6 に示すように、可動板 3 の下部 32 は圧粉体 1 に取り付けられている。可動板 3 は網状であり、圧粉体 1 がイオン供給体 5 を吸収及び放出するのを妨げないようになっている。可動板 3 は圧粉体 1 の伸張及び収縮に伴って移動する。

#### 【0039】

可動バー 8 は、可動板 3 の上部 31 に取り付けられている。セル 4 の開口部 41 は圧粉体 1 より高い位置に設けられており、可動バー 8 を水平に支持している。このため液体のイオン供給体 5 を使用し、圧粉体 1 全体がイオン供給体 5 中に浸漬するようにセル 4 内にイオン供給体 5 を入れても、開口部 41 をシールする必要がない。このため駆動時に可動バー 8 に生じる摩擦抵抗を少なくすることができる。

#### 【0040】

作用電極 2 と対極 6 との間に通電すると、圧粉体 1 中の導電性高分子がイオン供給体 5 を吸収又は放出するため、圧粉体 1 が伸張又は収縮し、可動板 3 に取り付けられた可動バー 8 も駆動される。可動板 3 が網状であると、圧粉体 1 はイオン供給体 5 との大きな接触面積を有し、イオン供給体 5 中の水や、電解質及び／又は導電性高分子を素早く吸収又は放出することができる。従って、圧粉体 1 の収縮及び伸張が速く、優れた応答性を有する。

#### 【0041】

図 7 に示す例は、複数の作用電極 2 及び圧粉体 1 がセル 4 内に積層されている以外、図 1 ～ 3 に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。図 7 に示す例では、一つのセル 4 内に作用電極 2 及び圧粉体 1 が 3 つずつ収容されているが、本発明はこれに限定されるものではない。一つのセル 4 内に作用電極 2 及び圧粉体 1 が 2 つずつセル 4 内に収容されていても良いし、それぞれが 4 つ以上収容されていても良い。

#### 【0042】

作用電極 2 と、圧粉体 1 と、板状の絶縁体 9 とがこの順に 2 組みセル 4 内に縦に積層されており、さらに作用電極 2 及び圧粉体 1 が積層されている。各作用電極 2 と各固定端 11 はそれぞれ接着されており、各駆動端 12 と各絶縁体 9 も接着されている。また各絶縁体 9 と各作用電極 2 も接着されている。このため通電により圧粉体 1 が伸張した後で収縮する際に、全ての圧粉体 1 及び作用電極 2 が元の位置に戻ることができる。対極 6 側の圧粉体 1 の駆動端 12 には、可動板 3 が接着されている。絶縁体 9 の外径はセル 4 の内径より僅かに小さく、絶縁体 9 はセル 4 に接触していないので、圧粉体 1 が伸縮しても絶縁体 9 とセル 4 との摩擦が起こらない。

#### 【0043】

各作用電極 2 と対極 6 との間に通電すると、各圧粉体 1 がイオン供給体 5 を吸収又は放出することにより伸張又は収縮し、可動板 3 に取り付けられた可動バー 8 も駆動される。この高分子アクチュエータにおいては、複数の圧粉体 1 を積層しているので、変位量が大い上、優れた応答性を有する。

#### 【実施例】

#### 【0044】

本発明を以下の実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

【0045】

実施例1

三塩化鉄113.62 gと、二塩化鉄2.79 gとを0℃のメタノールに溶解させ、100 mLの塩化鉄溶液にした。ピロールは減圧蒸留によって精製した。塩化鉄溶液の温度を0℃に保ちながら、精製ピロール4.7 gをゆっくり滴下した。滴下終了後、溶液の温度を0℃に保ちながら1時間攪拌したところ、ポリピロールからなる粉末が生成した。ポリピロール粉末をろ別し、メタノールで洗浄した後、室温で12時間真空乾燥した。

【0046】

ポリピロール粉末47.67 mgと、白金粉末（平均粒径約0.8 μm、株式会社フルヤ金属製）2.93 mgとをIR錠剤用製錠器（直径10 mm）に入れ、真空脱気しながら6 tの圧力で5分間圧縮し、白金含有ポリピロールディスクを形成した。使用した白金粉末の走査顕微鏡（SEM）写真を図8に示す。白金含有ポリピロールディスクの厚さは0.495 mmであり、質量は50.6 mgであり、電気伝導率は55.6 S/cmであった。

【0047】

この白金含有ポリピロールディスクの一面に白金板（厚さ30 μm）を貼り合わせ、リード線に接続した。得られた接合体を使用して図1及び2に示すアクチュエータを組立てた。このアクチュエータに0.8 V、-0.8 Vの電圧を交互に印加して、電流及び伸縮率（変位量）を測定した。伸縮率の測定には、レーザー変位計を用いた。測定条件は下記のとおりとした。

イオン供給体：NaPF<sub>6</sub>水溶液（1 mol/L）

作用電極：白金板

対極：白金板

作用電極：Ag / AgCl

【0048】

実施例2

白金粉末／圧粉体の質量比を15質量%にした以外、実施例1と同様にして白金含有ポリピロールディスクを作製した。白金含有ポリピロールディスクの厚さは0.497 mmであり、質量は59.5 mgであり、電気伝導率は85.6 S/cmであった。この白金含有ポリピロールディスクを用いてアクチュエータを組立てた以外実施例1と同様にして、電流及び伸縮率を測定した。結果を図9に示す。また得られた白金含有ポリピロールディスクの表面の走査顕微鏡（SEM）写真を図10に示し、SEM-EDX写真を図11に示す。写真中の白く見える部分が、白金粉末である。

【0049】

実施例3～5

白金粉末／圧粉体の質量比を表1のとおりとした以外、実施例1と同様にして白金含有ポリピロールディスクを作製し、その伸縮率を測定した。

【0050】

【表1】

例No.	Pt含有量 (質量%)	ディスク質量 (g)	ディスク厚さ (mm)	電気伝導率 (S/cm)
実施例3	11	53.6	0.535	60.1
実施例4	22	62.3	0.517	90.8
実施例5	50	99.4	0.551	302.1

【0051】

比較例1

白金粉末を配合しない以外実施例 1 と同様にしてポリピロールディスクを作製し、その伸縮率を測定した。ポリピロールディスクの厚さは0.556 mmであり、質量は50.4 mgであり、電気伝導率は68.9 S/cmであった。この白金含有ポリピロールディスクを用いてアクチュエータを組立てた以外実施例 1 と同様にして、電流及び伸縮率を測定した。結果を図 12 に示す。

#### 【0052】

実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 の測定結果から、各白金含有ポリピロールディスク又はポリピロールディスクがそれぞれの最大伸縮量の50%に到達するまでの時間（以下、単に50%到達時間と言う。）と、最大伸縮率とをそれぞれ白金含有率（質量%）の関数としてプロットした。結果を図 13 に示す。図 13 より、50%到達時間及び最大伸縮率率は白金含有率に依存することが分かった。50%到達時間は、白金含有率15質量%のときに最短であった。このときの到達時間は白金含有率0質量%のもののほぼ半分であるので、応答速度は2倍になったといえる。また白金含有率15質量%のとき、白金含有ポリピロールディスクの伸縮率も最大であった。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0053】

【図 1】 本発明の高分子アクチュエータの一例を示す縦断面図である。

【図 2】 図 1 のA-A断面図である。

【図 3】 高分子アクチュエータの変位を示す断面図である。

【図 4】 圧粉体を示す拡大断面図であり、(a) は粉末状の導電材を有する圧粉体の一例を示し、(b) は粉末状の導電材を有する圧粉体の別の例を示し、(c) は繊維状の導電材を有する圧粉体の一例を示し、(d) 粉末状導電材及び繊維状導電材を有する圧粉体の一例を示し、(e) 網状導電材を有する圧粉体の一例を示し、(f) 多孔質の導電材を有する圧粉体の一例を示す。

【図 5】 本発明の高分子アクチュエータの別の例を示す縦断面図である。

【図 6】 図 5 のB-B断面図である。

【図 7】 本発明の高分子アクチュエータのさらに別の例を示す縦断面図である。

【図 8】 白金粉末のSEM写真である。

【図 9】 実施例 2 のアクチュエータに電圧を印加した際の電流及び伸縮率の時間変化を示すグラフである。

【図 10】 白金含有ポリピロールディスクのSEM写真である。

【図 11】 白金含有ポリピロールディスクのSEM-EDX写真である。

【図 12】 比較例 1 のアクチュエータに電圧を印加した際の電流及び伸縮率の時間変化を示すグラフである。

【図 13】 白金含有ポリピロールディスク又はポリピロールディスクの最大伸縮率、及び最大伸縮の50%に到達する時間と、各ディスクの白金含有率との関係を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

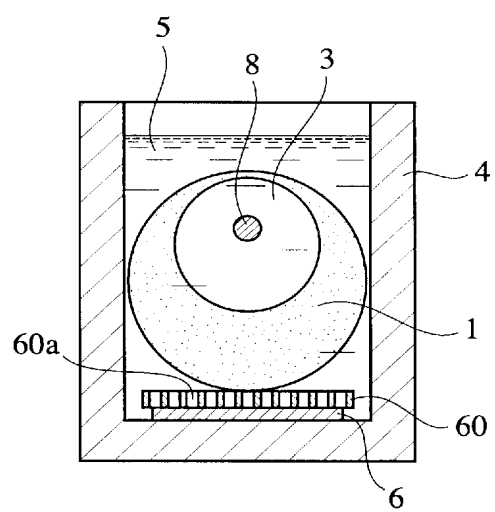
#### 【0054】

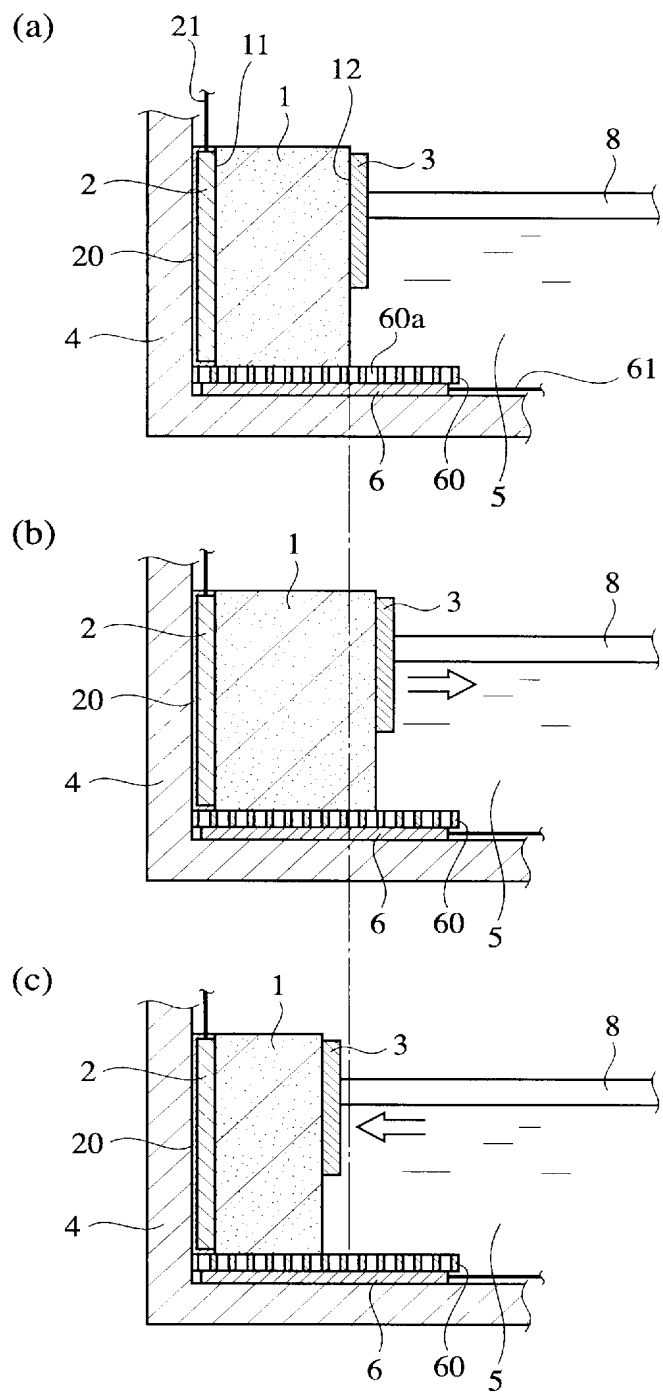
- 1・・・圧粉体
  - 11・・・固定端
  - 12・・・駆動端
  - 1a・・・導電性粉末
  - 1b・・・導電材
- 2・・・作用電極
  - 21・・・リード線
- 3・・・可動板
  - 31・・・上部
  - 32・・・下部
- 4・・・セル

- 41 . . . 開口部
- 42 . . . ペアリング
- 5 . . . イオン供給体
- 6 . . . 対極
- 61 . . . リード線
- 7 . . . 参照電極
- 71 . . . リード線
- 8 . . . 可動バー
- 9 . . . 絶縁体



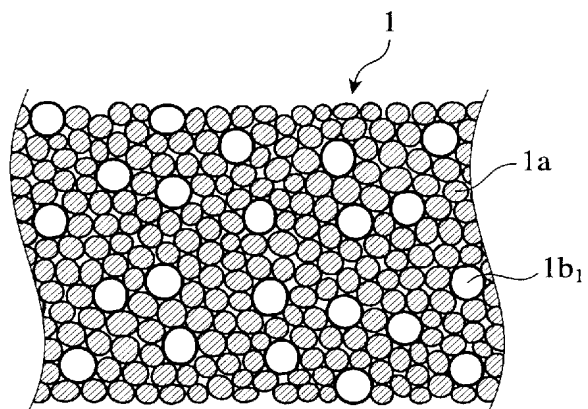
【图 2】



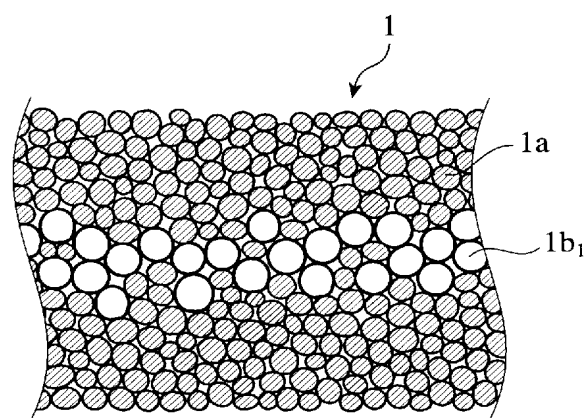




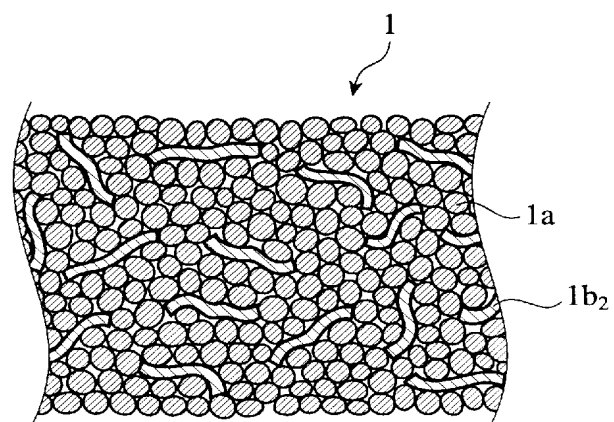
【図 4 ( a ) 】



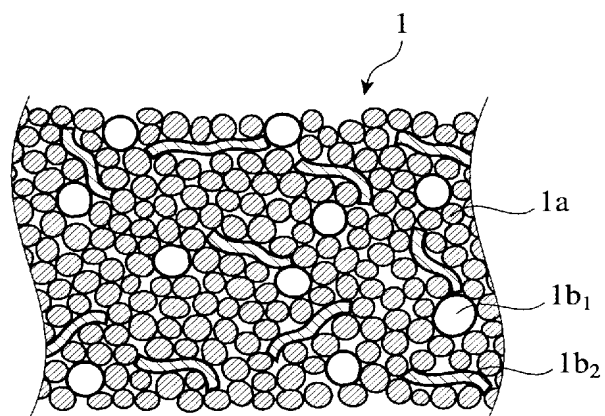
【図 4 ( b ) 】



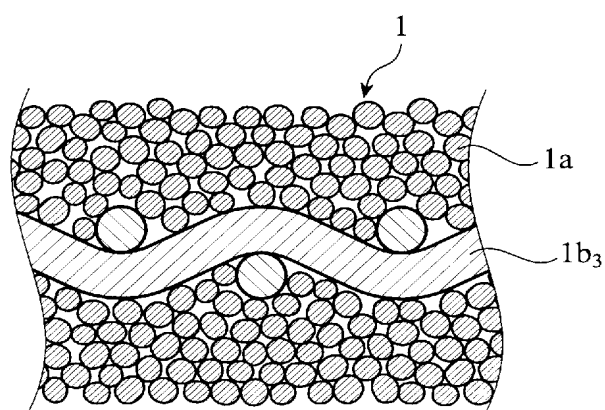
【図 4 ( c ) 】



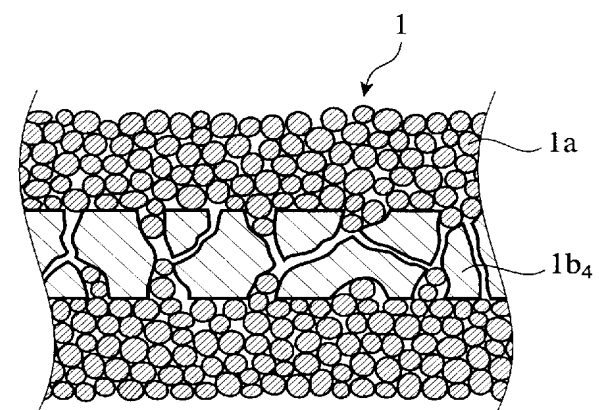
【図 4 ( d ) 】



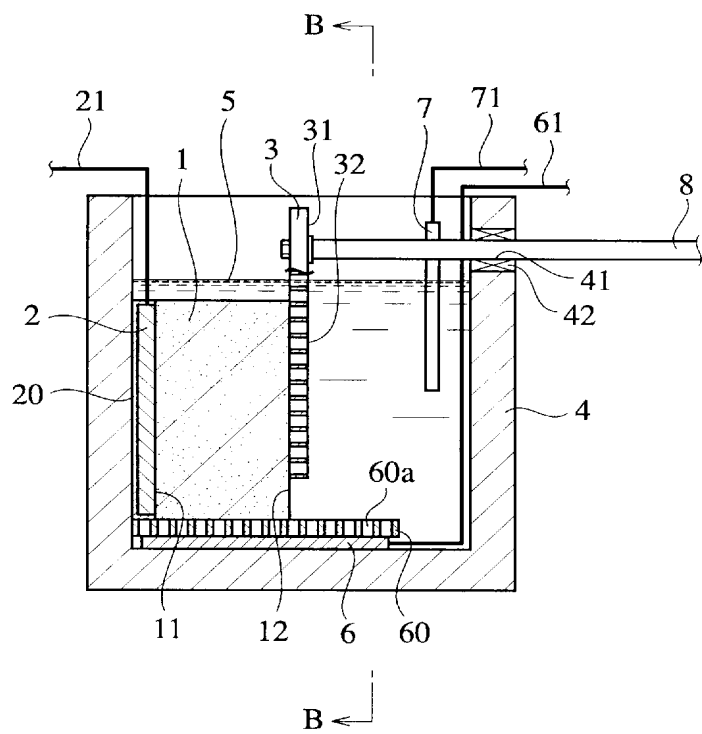
【図 4 ( e ) 】



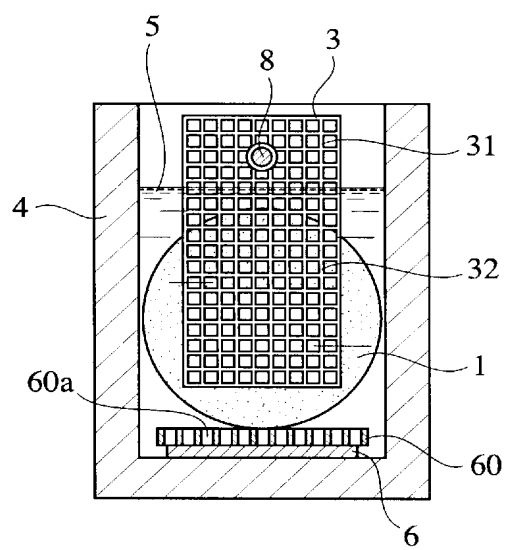
【図 4 ( f ) 】



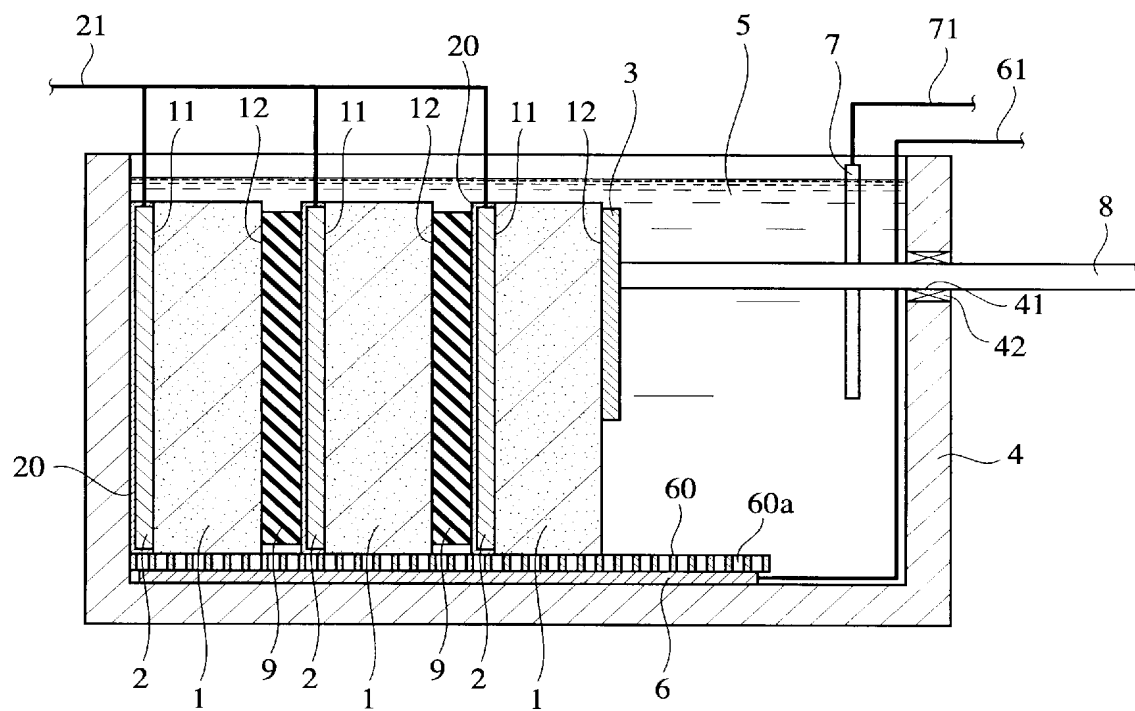
【図 5】



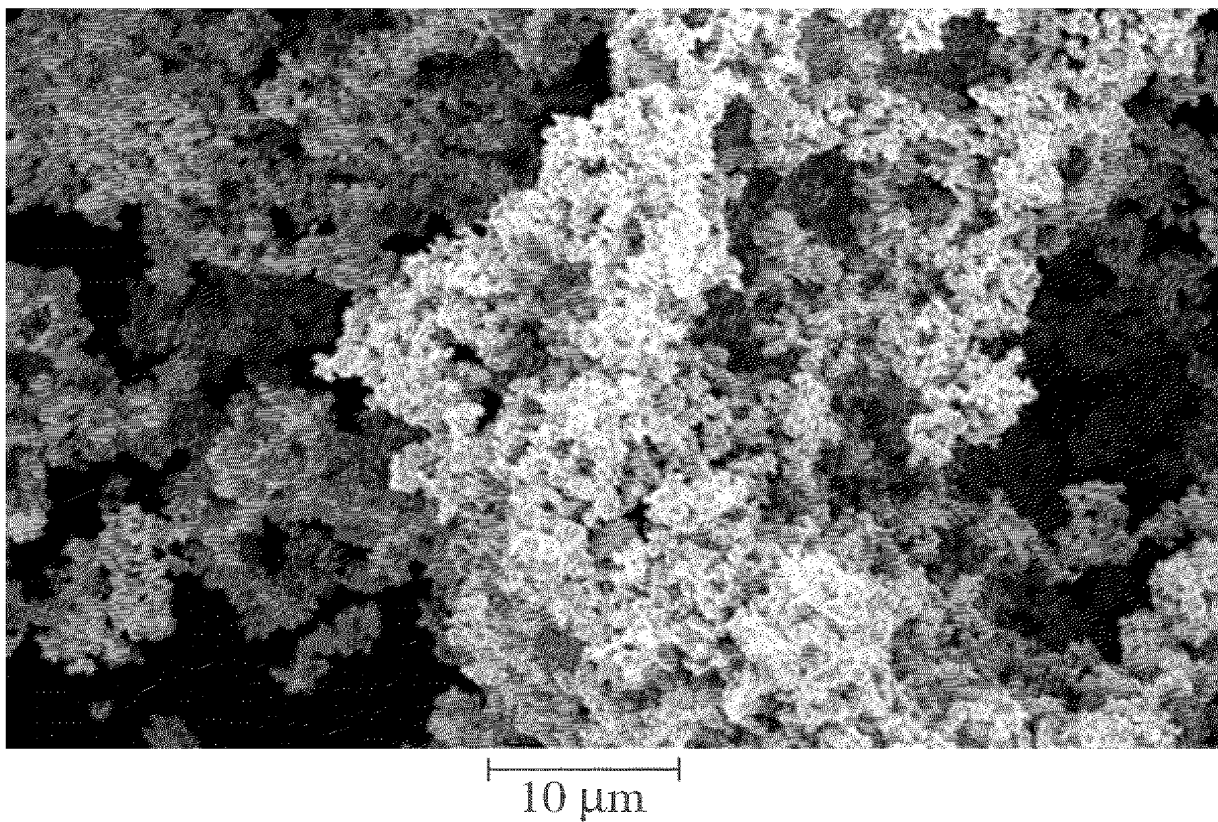
【図 6】



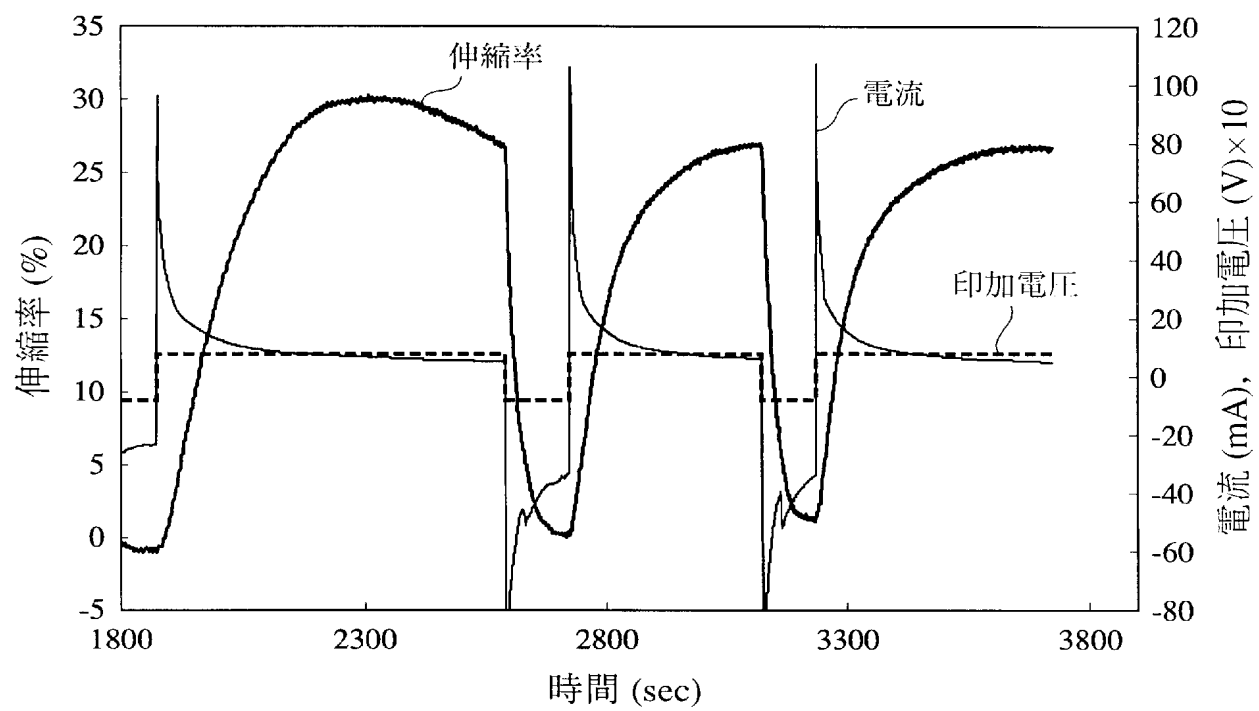
【図 7】



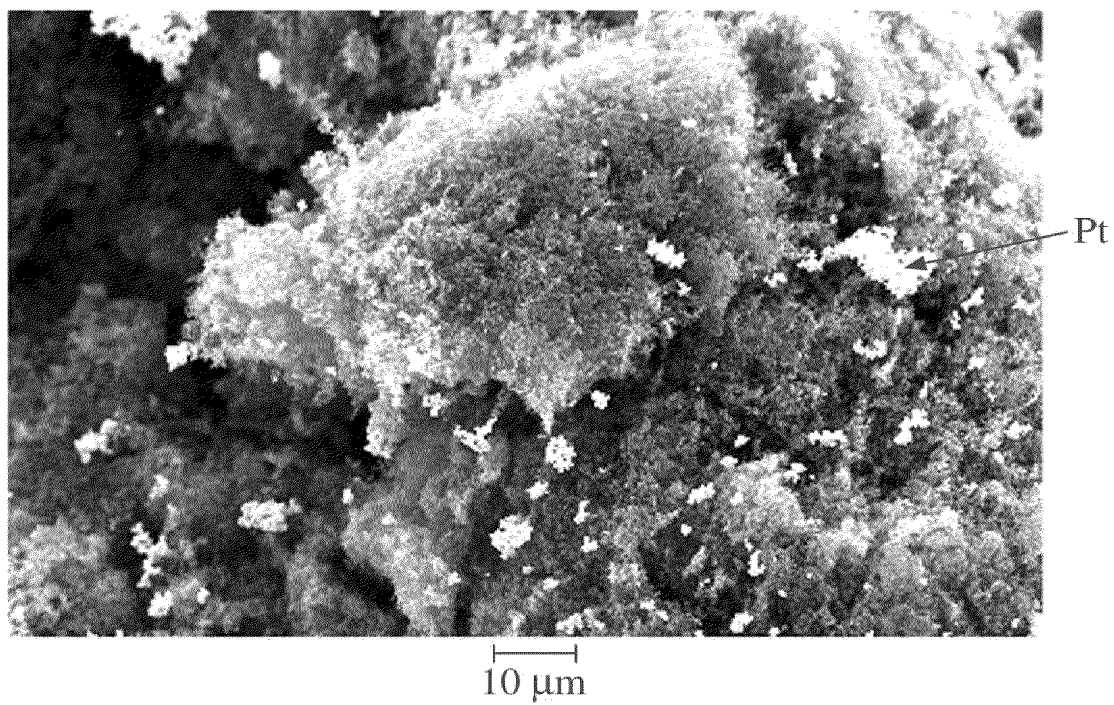
【図 8】



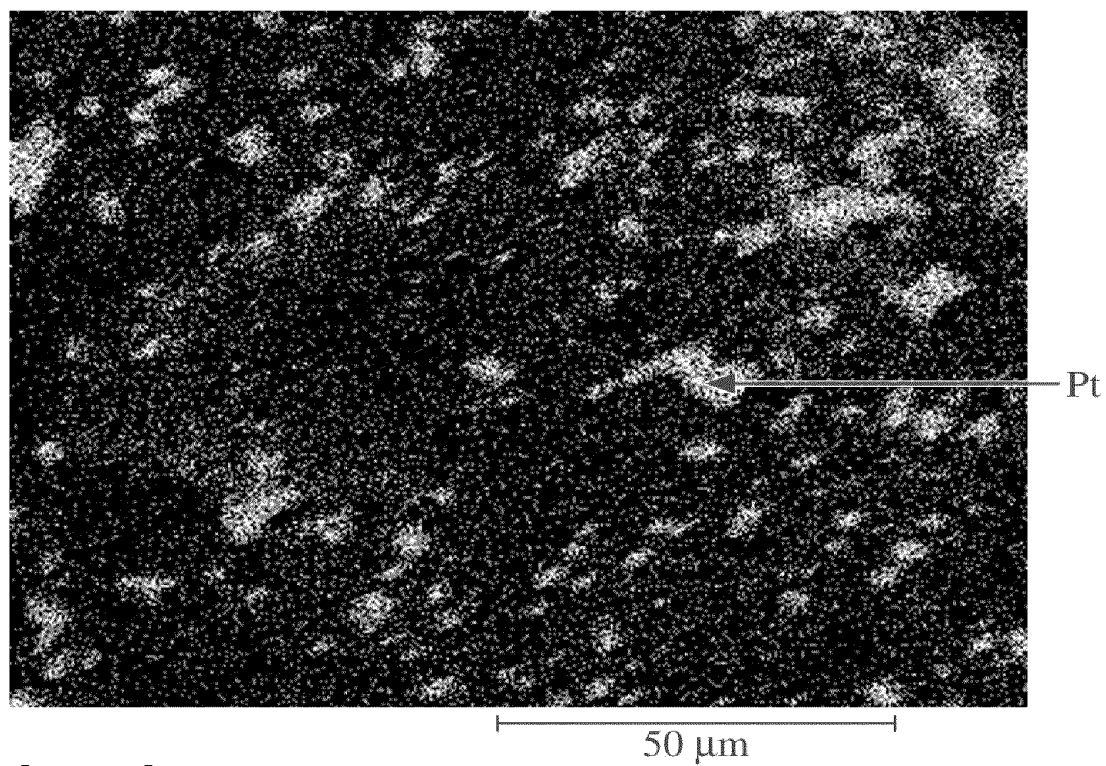
【図 9】



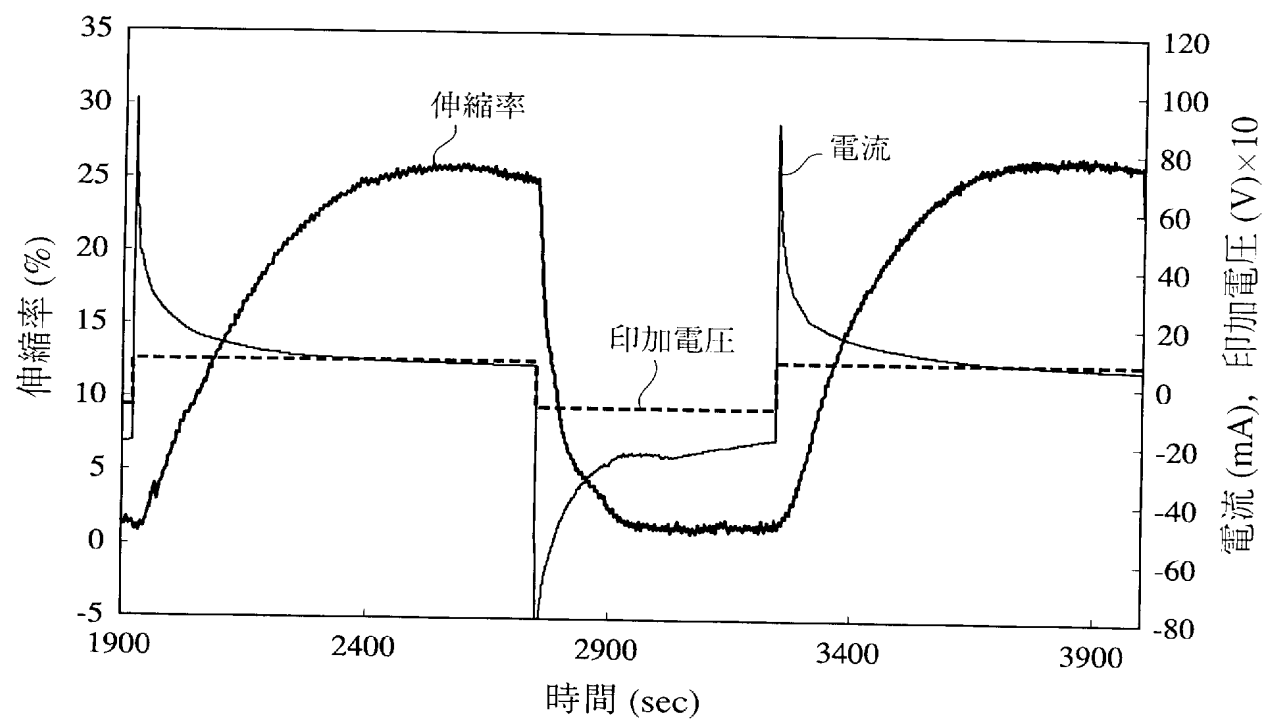
【図 10】



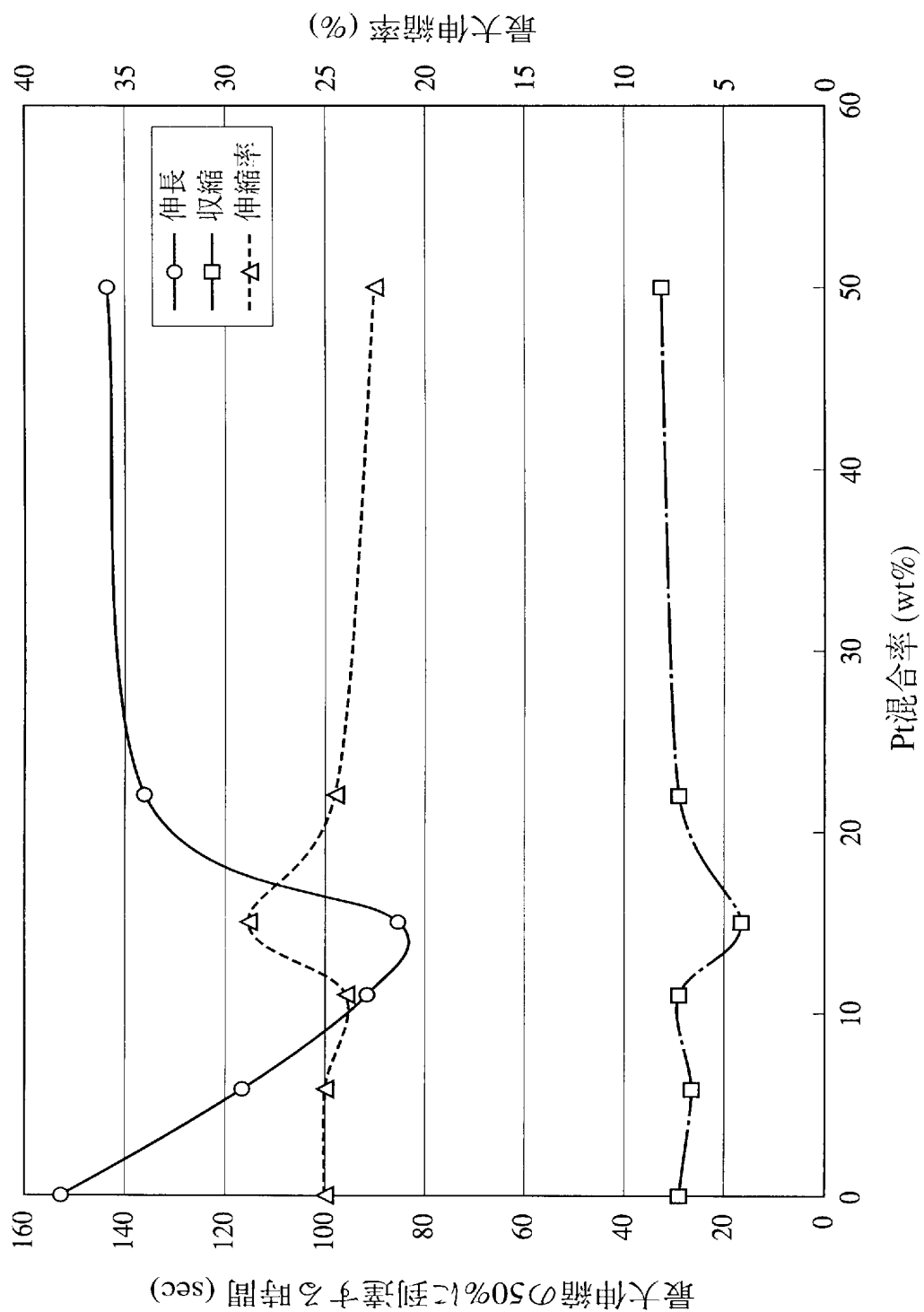
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大きな変位量及び発生力と、優れた応答性とを兼ね備えるとともに、変位の制御が容易であり、かつ導電性高分子からなる駆動体の収縮時のみならず伸張時の変位も利用可能であって、低コストで量産できる高分子アクチュエータを提供する。

【解決手段】 導電性を有する圧粉体 1 と、イオン供給体 5 と、作用電極 2 と、対極 6 とを具備し、作用電極 2 と対極 6 との間に電圧を印加することにより収縮又は伸張するアクチュエータにおいて、圧粉体 1 が導電性高分子からなる導電性粉末 1a と、前記導電性粉末以外の導電材 1b とを含有する高分子アクチュエータ。

【選択図】 図 1



## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 3 2 6

19900906

新規登録

5 9 1 0 6 1 8 8 4

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

本田技研工業株式会社